

P25081.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Tomohiro YUI

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : ADAPTIVE EQUALIZER


CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2003-100210, filed April 3, 2003. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Tomohiro YUI


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027

Reg No
33,329

March 23, 2004
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 3 日
Date of Application:

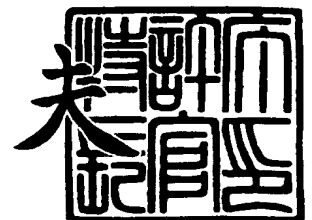
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 0 0 2 1 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 0 0 2 1 0]

出 願 人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 2 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 6 7 8 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 5037940126

【提出日】 平成15年 4月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 1/76
H04B 7/005

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 由比 智裕

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100105050

【弁理士】

【氏名又は名称】 鷲田 公一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041243

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9700376

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 適応等化器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ベースバンド信号に変換された受信信号と前記受信信号の中で受信機によって受信前に知られている既知信号とを入力とする相互相関を計算する第一相関手段と、前記既知信号同士から得られる自己相関値から作成される相関逆行列を計算する第二相関手段と、前記第一相関手段の出力と前記第二相関手段の出力とを入力として行列の乗算を行う行列演算手段と、前記行列演算手段の出力と前記第一相関手段の出力とを選択する選択手段と、前記第一相関手段の相関ウィンドウサイズを変更する相関ウィンドウサイズ制御手段と、以前の受信性能を示す情報から伝送路の状況を判定し、前記相関ウィンドウサイズ制御手段に相関ウィンドウサイズを変更させるか否か、前記選択手段にいずれの出力を選択させるか、前記行列演算手段に演算動作を行わせるか否かを指示する制御信号をそれぞれ生成する伝送路状況判定手段と、を具備することを特徴とする適応等化器。

【請求項 2】 前記伝送路状況判定手段は、以前の受信性能を予め定められた閾値と比較して伝送路状況を判定する比較手段、を具備することを特徴とする請求項 1 記載の適応等化器。

【請求項 3】 前記伝送路状況判定手段は、以前の受信性能を予め定められた値が異なる二つの閾値と比較する比較手段と、前記比較手段の出力から以前の受信性能が前記二つの閾値の間に位置すると判定できる場合は以前の判定結果に従って伝送路状況を判定する判定手段と、を具備することを特徴とする請求項 1 記載の適応等化器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主としてフェージングを伴うデジタル無線通信の受信機に用いられる適応等化器に関する。

【0002】

【従来の技術】

無線通信の受信機では、一般にマルチパスフェージングの影響により、伝搬時間の異なる複数経路の電波が同時に受信される。そのため、受信信号に遅延歪みが生じ、ビット誤り率特性が劣化する。この遅延歪みは、シンボルレイトが高速なほど大きくなり、今後の高速デジタル移動通信機器においては遅延歪みの影響を無視することができなくなる。したがって、デジタル無線通信の受信機では、遅延歪みの除去が不可欠となってきている。

【0003】

適応等化器は、前記遅延歪みを推定する代表的な手段として、従来から高速伝送を行う受信機に搭載されていて、さらに近年ではヨーロッパのデジタル携帯電話規格である GSM の携帯電話機等にも搭載されるようになってきた。

【0004】

マルチパスフェージングが発生するような伝送路の等化を行う場合には、トレーニング期間を有した伝送データが用いられる。即ち、伝送データは、スロット単位に区切られ、各スロットの先頭部分にトレーニング期間が設けられている。このトレーニング期間には、トレーニングシーケンスと呼ばれる既定データ、即ち既定波形の送信信号が挿入されている。受信機に搭載される適応等化器は、当該トレーニング期間において既定データとの比較を行い、前記の遅延歪みを推定する。そして、トレーニング期間以外の部分において、上記推定された遅延歪みに基づきデータ判定を行うように構成される。以下、図4を参照して、従来の適応等化器について概略説明する。

【0005】

図4は、従来の適応等化器の構成例を示すブロック図である。図4に示す適応等化器は、基本構成として、第一相関器401と、第二相関器402と、行列演算器403とを備えている。

【0006】

第一相関器401は、ベースバンド信号に変換された受信信号と前記受信信号の中で受信機にとって既知信号であるトレーニングシーケンスとが入力され、両者の相互相関を計算し、計算した第一相関値を行列演算器403に出力する。こ

ここで、相関サンプル間隔 τ は、 T をシンボル周期、 K をオーバーサンプリング率として、 $\tau = T/K$ と示される。また、相関ウィンドウサイズは L 個 ($L \geq 1$) である。

【0007】

第二相関器 402 は、前記トレーニングシーケンス同士の自己相関行列の逆行列を計算して蓄積する、又は予め自己相関行列の逆行列を計算して蓄積する。第二相関器 402 の計算結果（第二相関値）は、行列演算器 403 に出力される。

【0008】

行列演算器 403 は、第一相関器 401 の出力（第一相関値）を列ベクトルとし、第二相関器 402 の出力（第二相関値）を行列として、それらの行列を乗算し、伝送路チャネル係数 ($c_1 \sim c_M$) を受信処理系に出力する。

【0009】

以上のように構成される従来の適応等化器について、その動作を説明する。次式 (1) に基づいて入力信号から伝送路チャネルインパルス応答が更新される。

【0010】

$$C^T = (\sum_{k=[t-L+1, t]} X_k A_k^T) \times (\sum_{k=[t-L+1, t]} A_k A_k^T)^{-1} \quad \dots (1)$$

ここで、式 (1) において、右辺第一項は、第一相関器 401 の出力（受信信号とトレーニングシーケンスとの相互相関）を表し、右辺第二項は、第二相関器 402 の出力（トレーニングシーケンス同士の自己相関逆行列）を表している。

【0011】

なお、式 (1) において、上付きの添え字 T は、行列転置演算を表す。また、添え字 k 付き変数 X_k は、前記スロットの中で時刻 $t = k\tau$ に位置するサンプル値を意味する。 L は、ウィンドウサイズを表している。また、添え字 k 付き変数 A_k は、時刻 $t = k\tau$ における各々の値を意味し、式 (2) で表される。

【0012】

$$A_k = (a_k, a_{k-1}, \dots, a_{k-M+1})^T \quad \dots (2)$$

なお、式 (2) において、 a_k は、前記スロットの中で時刻 $t = k\tau$ に位置する既知シンボルを意味している。

【0013】

式(1)の伝送路チャネルインパルス応答Cは、前記適応等化器によって推定された伝送路チャネルインパルス応答の係数 c_n を用いて、式(3)で示される。

【0014】

$$C = (c_1, c_2 \cdots c_M)^T \quad \cdots (3)$$

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の適応等化器では、 $1 \times M$ 行列と $M \times M$ 行列の行列乗算を必要として、 M^2 回の複素乗算と M^2 回の複素加算とが要求される。その結果、求められる伝送路チャネルインパルス応答の係数の個数Mの二乗に比例して演算量が増加するので、消費電力が増加するという問題がある。

【0016】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、信号処理に必要な演算量を伝送路チャネルインパルス応答の推定精度、つまり適応処理の精度を低下させない程度に少なくすることができる適応等化器を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

本発明の適応等化器は、ベースバンド信号に変換された受信信号と前記受信信号の中で受信機によって受信前に知られている既知信号とを入力とする相互相関を計算する第一相関手段と、前記既知信号同士から得られる自己相関値から作成される相関逆行列を計算する第二相関手段と、前記第一相関手段の出力と前記第二相関手段の出力とを入力として行列の乗算を行う行列演算手段と、前記行列演算手段の出力と前記第一相関手段の出力とを選択する選択手段と、前記第一相関手段の相関ウィンドウサイズを変更する相関ウィンドウサイズ制御手段と、以前の受信性能を示す情報から伝送路の状況を判定し、前記相関ウィンドウサイズ制御手段に相関ウィンドウサイズを変更させるか否か、前記選択手段にいずれの出力を選択させるか、前記行列演算手段に演算動作を行わせるか否かを指示する制御信号をそれぞれ生成する伝送路状況判定手段と、を具備する構成を採る。

【0018】

この構成によれば、伝送路状況判定手段は、伝送路がフェージングの影響が大きい状況にある場合は、相関ウィンドウサイズ制御手段に相関ウィンドウサイズを変更させない制御信号を生成し、行列演算手段に演算動作を行わせる制御信号を生成し、選択手段に行列演算手段の出力を選択させる制御信号を生成する。一方、伝送路状況判定手段は、伝送路がフェージングの影響が小さい状況にある場合は、相関ウィンドウサイズ制御手段に相関ウィンドウサイズを変更させる制御信号を生成し、行列演算手段に演算動作を行わせない制御信号を生成し、選択手段に第一相関手段の出力を選択させる制御信号を生成する。その結果、伝送路の状況が比較的良好である場合は、演算量を下げることができる。つまり、適応処理の精度をそれ程落とすことなく、伝送路状況に適応して信号処理演算量を少なくすることができる。

【0019】

本発明の適応等化器は、上記の発明において、前記伝送路状況判定手段は、以前の受信性能を予め定められた閾値と比較して伝送路状況を判定する比較手段を有する構成を採る。

【0020】

この構成によれば、以前の受信性能を一つの閾値と比較することにより伝送路状況を判定することができる。つまり、伝送路状況の判定を少ない演算量で行うことができる。

【0021】

本発明の適応等化器は、上記の発明において、前記伝送路状況判定手段は、以前の受信性能を予め定められた値が異なる二つの閾値と比較する比較手段と、前記比較手段の出力から以前の受信性能が前記二つの閾値の間に位置すると判定できる場合は以前の判定結果に従って伝送路状況を判定する判定手段とを有する構成を採る。

【0022】

この構成によれば、伝送路の状況判定が困難な場合には以前の判定結果に従って伝送路状況を判定することができる。したがって、伝送路状況の判定を少ない演算量で行うことができ、加えて、僅かな伝送路の変化に過敏な応答をしない判

定が実現できる。

【0023】

【発明の実施の形態】

本発明の骨子は、伝送路の状況に応じて適応処理の演算量を変化させ得るようにし、平均的に演算量を低減することである。

【0024】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0025】

(実施の形態)

図1は、本発明の一実施の形態に係る適応等化器の構成を示すブロック図である。図1に示す適応等化器は、基本構成として、第一相関器101と、第二相関器102と、行列演算器103と、選択器104と、相関ウインドウサイズ制御部105と、伝送路状況判定部106とを備えている。

【0026】

第一相関器101は、ベースバンド信号に変換された受信信号と前記受信信号の中で受信機にとって既知信号であるトレーニングシーケンスとが入力され、両者の相互相関を計算し、計算した第一相関値を行列演算器103に出力する。ここで、相関サンプル間隔 τ は、 T をシンボル周期、 K をオーバーサンプリング率として、 $\tau = T/K$ と示される。また、相関ウインドウサイズは L 個 ($L \geq 1$) である。

【0027】

第二相関器102は、前記トレーニングシーケンス同士の自己相関行列の逆行列を計算して蓄積する、又は予め自己相関行列の逆行列を計算して蓄積する。第二相関器の計算結果（第二相関値）は、行列演算器103と選択器104とに出力される。

【0028】

行列演算器103は、伝送路状況判定部106の制御下に、第一相関器101の出力（第一相関値）を列ベクトルとし、第二相関器102の出力（第二相関値）を行列として、それらの行列を乗算する。行列演算器103の乗算結果は、選

択器 104 に出力される。

【0029】

選択器 104 は、伝送路状況判定部 106 の制御下に、第一相関器 101 の出力と行列乗算器 103 の出力とを選択し、それを伝送路チャネル係数 ($c_1 \sim c_M$) として受信処理系に出力する。

【0030】

相関ウィンドウサイズ制御部 105 は、伝送路状況判定部 106 の制御下に、第一相関器 101 の相関ウィンドウサイズを変更する。

【0031】

伝送路状況判定部 106 は、外部から入力される以前の受信性能を示す情報に基づき伝送路の状況を判定し、行列演算器 103 と選択器 104 と相関ウィンドウサイズ制御部 105 とを制御する信号を生成する。

【0032】

以上のように構成された本実施の形態に係る適応等化器について、その動作を説明する。次式 (4) (5) に基づいて入力信号から伝送路チャネルインパルス応答が更新される。

【0033】

$$C^T = (\sum_{k=[t-L+1, t]} X_k A_k^T) \times (\sum_{k=[t-L+1, t]} A_k A_k^T)^{-1} \quad \dots (4)$$

$$C^T = (\sum_{k=[t-L'+1, t]} X_k A_k^T) \quad \dots (5)$$

なお、式 (4) (5) において、上付きの添え字 T は、行列転置演算を表す。また、添え字 k 付き変数 X_k は、前記スロットの中で時刻 $t = k \tau$ に位置するサンプル値を意味する。また、L と L' は、ウィンドウサイズを表している。

【0034】

また、添え字 k 付き変数 A_k は、時刻 $t = k \tau$ における各々の値を意味し、式 (6) で表される。

【0035】

$$A_k = (a_k, a_{k-1}, \dots, a_{k-M+1})^T \quad \dots (6)$$

なお、式 (6) において、 a_k は、前記スロットの中で時刻 $t = k \tau$ に位置する既知シンボルを意味している。

【0036】

式(4)(5)の伝送路チャネルインパルス応答 C は、前記適応等化器によって推定された伝送路チャネルインパルス応答の係数 c_n を用いて、式(7)で示される。

【0037】

$$C = (c_1, c_2 \cdots c_M)^T \quad \cdots (7)$$

ここで、式(4)の右辺の第一項と式(5)の右辺は、第一相関器101の出力(受信信号とトレーニングシーケンスとの相互相関)を表し、式(4)の右辺の第二項は、第二相関器102の出力(トレーニングシーケンス同士の自己相関逆行列)を表している。

【0038】

また、式(4)は、右辺第二項が単位行列の場合には式(5)と等価になる。つまり、フェージング環境下で式(5)による適応処理を用いると、受信性能は式(4)による適応処理よりも劣化すること意味している。

【0039】

即ち、フェージングの影響が大きい場合には、伝送路状況判定部106からの制御信号によって、行列演算器103はオン状態にされ、相関ウインドウサイズ制御部105は式(4)用に変更される。選択器104では、行列演算器103の出力結果が伝送路チャネルインパルス応答として選択される。

【0040】

また、フェージングの影響が小さい場合には、伝送路状況判定部106からの制御信号によって、行列演算器103はオフ状態にされ、相関ウインドウサイズ制御部106は式(5)用、つまり式(4)の右辺第二項が単位行列になるウインドウサイズ L' に変更される。選択器104では、第一相関器101の出力結果が伝送路チャネルインパルス応答として選択される。

【0041】

このように、本実施の形態によれば、伝送路状況判定部106においてフェージングの影響を判断し、フェージングの影響が大きい場合には従来の適応等化器と同様の適応処理(式(4))を選択し、フェージングの影響が小さい場合には

本実施の形態による適応処理（式（５））を選択するようにしたので、受信性能を目立つ程低下させずに、演算量を平均的に少なくすることができる。

【0042】

具体的に言えば、従来の適応等化器では、 $M \times L + M^2$ 回の複素乗算と $M \times L + M^2$ 回の複素加算を必要とする。これに対し、本実施の形態に係る適応等化器では、非フェージング影響下では $M \times L$ 回の複素乗算と $M \times L$ 回の複素加算のみ必要である。つまり、非フェージング影響下と判定される回数が多い程演算量を減らすことができる。

【0043】

ここで、追加される伝送路状況判定部 106 は、例えば、図 2 や図 3 に示すように簡単な構成とすることができる。なお、図 2 は、図 1 に示す伝送路状況判定部の構成例（その 1）を示すブロック図である。図 3 は、図 1 に示す伝送路状況判定部の構成例（その 2）を示すブロック図である。

【0044】

図 2 に示すように、伝送路状況判定部 106 は、受信性能（例えば BER）と、ある予め定められた閾値とを大小比較する比較器 201 を用いて構成することができる。

【0045】

即ち、図 2 に示す構成の伝送路状況判定部 106 では、以前の受信性能値と閾値とを比較し、受信性能値が閾値よりも大きい場合は、受信性能が悪い、つまりフェージングの影響が大きいと判断し、また受信性能値が閾値よりも小さい場合は受信性能が良い、つまりフェージングの影響が小さいと判断することができる。

【0046】

また、伝送路状況判定部 106 は、図 3 に示すように、受信性能（例えば BER）がそれぞれ入力され、第一閾値との大小比較を行う第一比較器 301、及び第二閾値との大小比較を行う第二比較器 302 と、第一比較器 301 と第二比較器 302 の比較結果がそれぞれ入力され制御信号を出力する判定部 303 と、判定部 303 が出力する制御信号を格納し、それを以前の判定結果として判定部 3

03に供給する格納部304とで構成することができる。

【0047】

この構成によれば、判定部303は、受信性能値が第一閾値と第二閾値の間に位置する場合には、格納部304の出力を制御信号として出力して、それ以外の場合には、第一比較器301の出力のみ、又は、第二比較器302の出力のみを制御信号として出力する。

【0048】

即ち、図3に示す構成の伝送路状況判定部106では、第一閾値は第二閾値よりも大きいと仮定した場合、以前の受信性能値と第一閾値及び第二閾値とを比較し、受信性能値が第一閾値よりも大きい場合は受信性能が悪い、つまり高信頼度でフェージングの影響が大きいと判断でき、また受信性能値が第二閾値よりも小さい場合は受信性能が良い、つまり高信頼度でフェージングの影響が小さいと判断することができる。

【0049】

そして、受信性能値が第一閾値よりも小さく、かつ第二閾値よりも大きい場合は、受信性能が良いか悪いかの判定が難しく、つまり低信頼度でしかフェージングの影響が大きい、もしくは小さいと判断できないため、判断を以前の判定結果に委ねることができる。つまり、図3に示す構成の伝送路状況判定部106では、伝送路の僅かな変化には過敏な応答をしないで判定が行える。

【0050】

以上のように、本実施の形態によれば、伝送路の状況に応じて適応処理の演算数を変化させることができ、平均的に演算量を落とすことができる。したがって、消費電力の低減が図れる適応等化器が実現できる。

【0051】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、信号処理に必要な演算量を伝送路チャネルインパルス応答の推定精度、つまり適応処理の精度を低下させない程度に少なくすることができる適応等化器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態に係る適応等化器の構成を示すブロック図

【図 2】

図 1 に示す伝送路状況判定部の構成例（その 1）を示すブロック図

【図 3】

図 1 に示す伝送路状況判定部の構成例（その 2）を示すブロック図

【図 4】

従来の適応等化器の構成例を示すブロック図

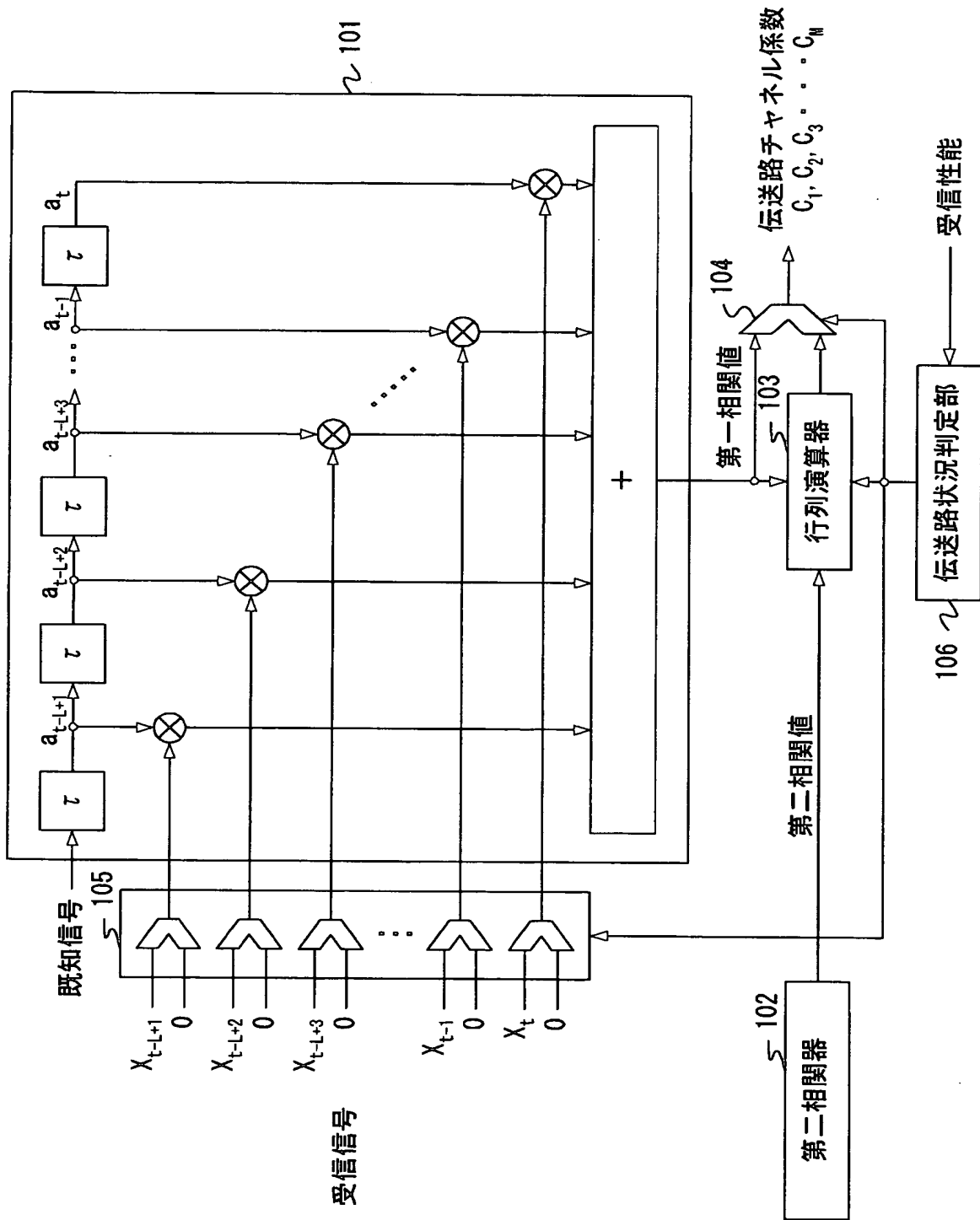
【符号の説明】

- 1 0 1 第一相関器
- 1 0 2 第二相関器
- 1 0 3 行列演算器
- 1 0 4 選択器
- 1 0 5 相関ウインドウサイズ制御器
- 1 0 6 伝送路状況判定部
- 2 0 1 比較器
- 3 0 1 第一比較器
- 3 0 2 第二比較器
- 3 0 3 判定部
- 3 0 4 格納部

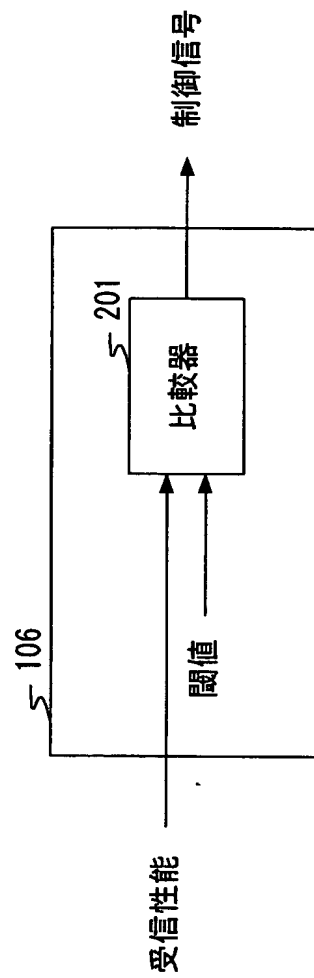
【書類名】

図面

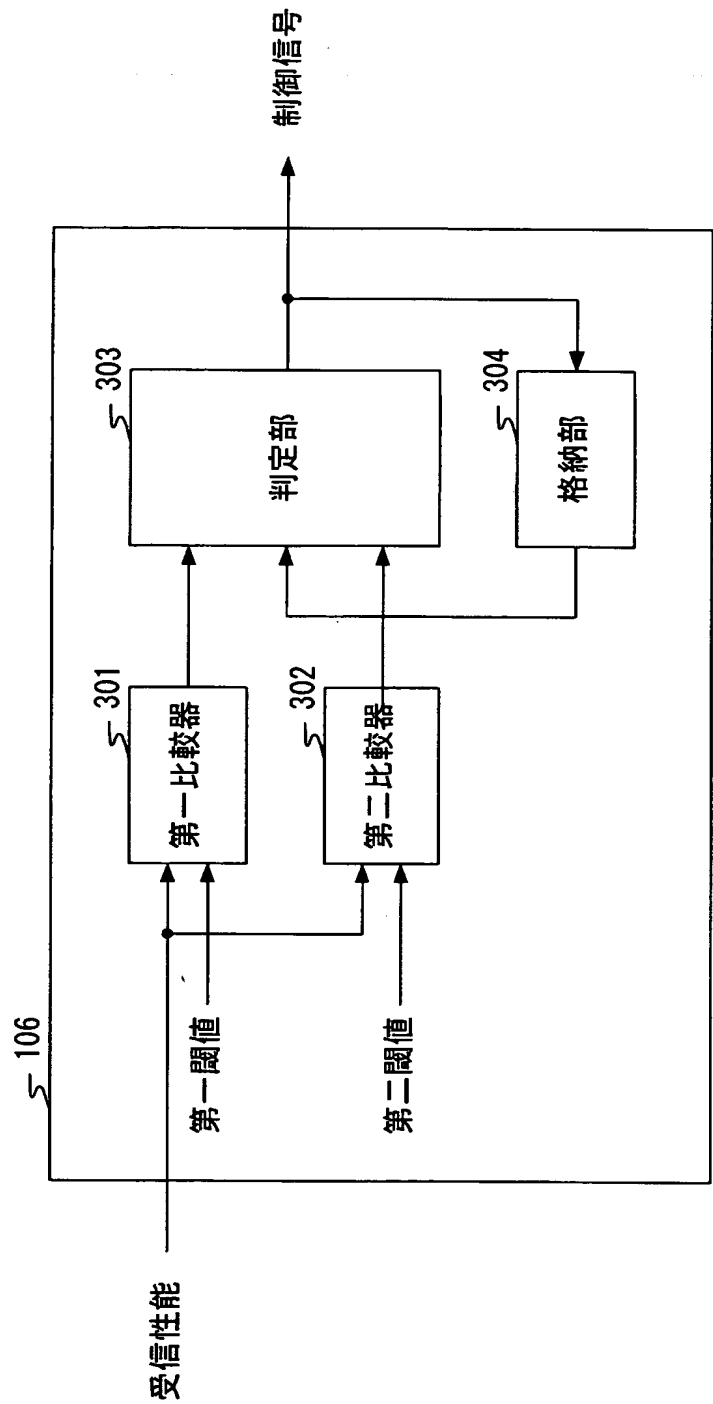
【図 1】



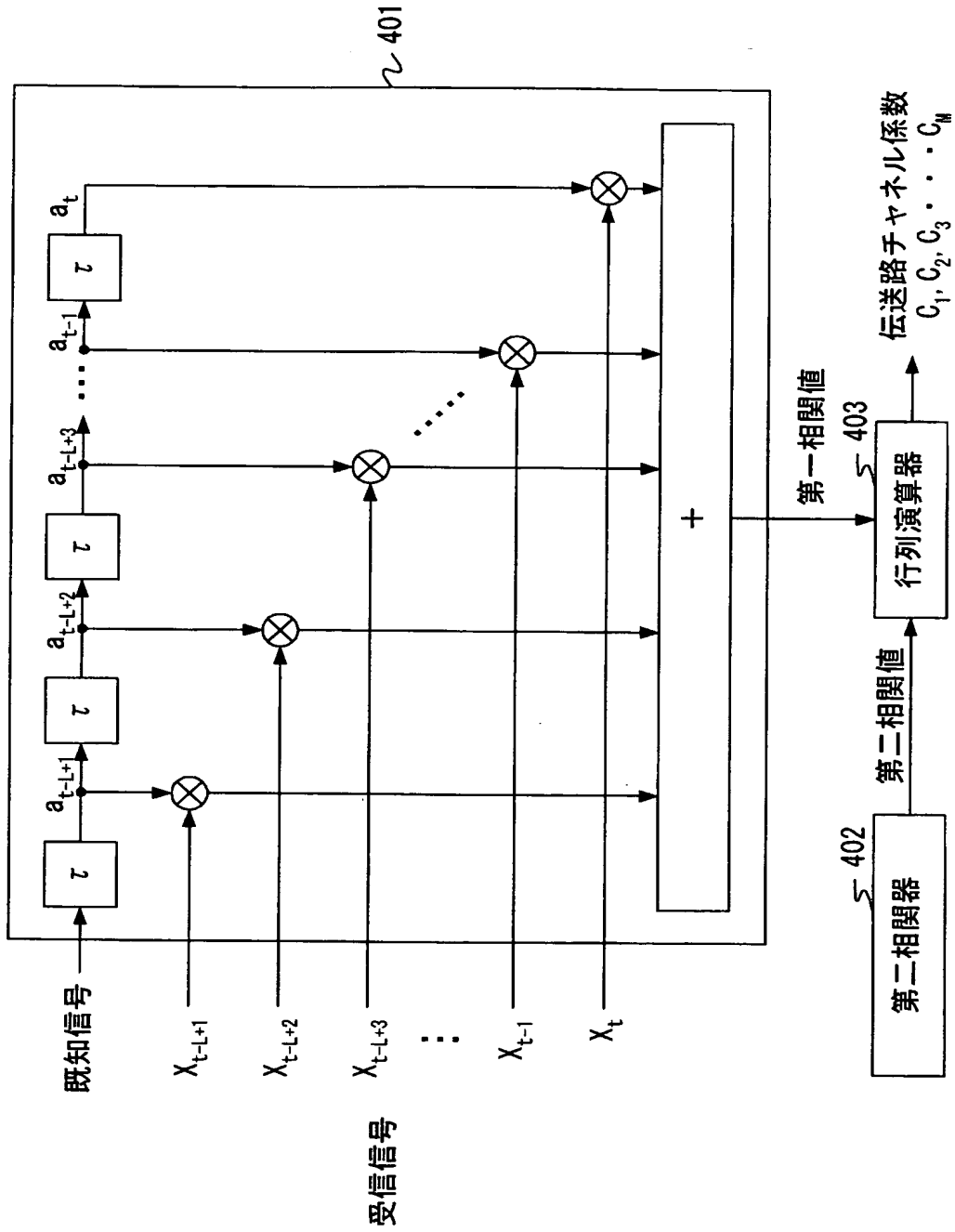
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 信号処理に必要な演算量を適応処理の精度を低下させない程度に少なくすること。

【解決手段】 伝送路状況判定部 106 は、以前の受信性能から伝送路がフェージングの影響が小さい状況にある場合は、相関ウインドウサイズ制御部 105 に相関ウインドウサイズを変更させる制御信号を生成し、行列演算器 103 に演算動作を行わせない制御信号を生成し、選択器 104 に第一相関器 101 の出力を選択させる制御信号を生成する。その結果、伝送路の状況が比較的良好である場合は、演算量を下げることができるので、適応処理の精度をそれ程落とすことなく、伝送路状況に適応して信号処理演算量を少なくすることができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 0 0 2 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社